

Skalbaggars artsammansättning efter intensiv skogsbrand

- En jämförelse mellan artgrupper två år efter brand

Beetle species composition after intense forest fire

- *A comparison between beetle assemblages two years after fire*



Foto: Therese Johansson

Photo: Therese Johansson

Teresa Leifsdotter & Anna Nilsson



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	<i>Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management</i>
Författare/Author	<i>Teresa Leifsdotter & Anna Nilsson</i>
Titel, Sv	<i>Skalbaggars artsammansättning efter intensiv skogsbrand -en jämförelse mellan artgrupper två år efter brand</i>
Titel, Eng	<i>Beetle species composition after intense forest fire - a comparison between beetle assemblages two years after fire</i>
Nyckelord/	<i>Specialister, generalister, brandgynnad, rödlistad, funktionella grupper, boreal skog, störning</i>
Keywords	<i>Specialists, generalists, fire favoured, red-listed, functional groups, boreal forest, disturbance</i>
Handledare/Supervisor	Therese Johansson Institutionen för vilt fisk och miljö
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

FÖRORD

Det här arbetet är en undersökning av hur skalbaggars abundans och artsammansättning påverkas av en intensiv skogsbrand. Vi valde detta ämne då vi är intresserade av den miljöhänsyn som tas inom skogsbruket idag och hur man med naturvårdsbränningar kan kompensera för avsaknad av brand. Materialet vi fick tillgång till är idag ovanligt då inte så många skogsbränder tillåts bli så stora. Vi såg det här som en möjlighet i att fördjupa oss i vad som sker efter en större skogsbrand och se vilka lärdomar man kan dra utifrån detta när man utför naturvårdsbränningar.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Therese Johansson som har funnits till hand och hjälpt oss med arbetet från start. Therese har hjälpt oss med allt från datamaterial, utformning av analyser till att tolka resultaten. Vi vill även tacka Roger B Pettersson som hjälpt till med indelningen av generalister/specialister hos alla arter.

SAMMANFATTNING

Skogsbränder har idag blivit något ovanligt och arter som är beroende av bränder för reproduktion och födotillgång blir därför missgynnade. Idag finns en hypotes om att vissa arter som gynnas av kalhyggesbruk konkurrerar ut brandspecialiserade arter och är en anledning till dessa arters tillbakagång. Sommaren 2006 härjade en ovanligt stor skogsbrand i Bodträskfors i Norrbottens län och det är denna brand som legat till grund för vårt kandidatarbete.

Syftet med arbetet har varit att se vilka artgrupper hos skalbaggar som dominerar brandfält och om det är de arter man förväntar sig efter en skogsbrand. Samt att se om det är generalister eller specialister som dominerar efter brand.

Vid inventering sattes 36 fällor ut på tolv provytor, sex på brandområdet och sex på liknande men obrända kontrolltytor. De fångade skalbaggar delades in i olika undergrupper, funktionella, brand och rödlistade arter. Det insamlade datamaterialet analyserades sedan med ANOVA One-way i Minitab 16.2.4.

Resultaten visar att det två år efter en intensiv skogsbrand är en högre abundans av skalbaggar på de brända ytorna och att det finns skillnad i artsammansättningen. Det är även en signifikant högre abundans av brandgynnade och starkt brandgynnade skalbaggar. Vad gäller generalister och specialister så är det två år efter brand tydligt att det är de specialiserade arterna som dominerar.

Slutsatsen är att brand har en stark inverkan på artsammansättningen hos skalbaggar och att de brandgynnade arterna dominerar. Vi kan inte styrka hypotesen att generalister konkurrerar ut specialister.

Nyckelord: Specialister, generalister, brandgynnad, rödlistad, funktionella grupper, boreal skog, störning

SUMMARY

Forest fires have today become something unusual and species that depend on fire for reproduction and food availability will be disadvantaged. Today is a hypothesis that some species that benefit from clear-cutting outcompete fire specialized species and is one reason why these species' decline. The summer of 2006 there was an unusually large forest fire in Bodträskfors in northern Sweden and our study is based on this.

In the study we wanted to see which beetle groups that dominate after an intense fire and if these are the expected ones. We also wanted to see whether generalist or specialist beetles dominate after the fire.

Two years after fire 36 window traps were placed in twelve stands, six in the fire area and six similar but unburned control stands. The captured beetles were divided into different subgroups, functional, fire-favored and protected species. The collected data were analyzed by ANOVA One-way in Minitab 16.2.4.

The results show that two years after an intense forest fire there is higher beetle abundance in the burned area and a difference in species composition. There is also a significantly higher abundance of fire-favored and highly fire favored beetles. As for generalists and specialists, two years after the fire there is a significantly difference between generalist specialized where specialists dominates the burned area. The conclusion is that we can not prove the hypothesis that generalists outcompete specialists, and that two years after an intense fire fire-favoured species dominates.

Keywords: Specialists, generalists, fire favoured, red-listed, functional groups, boreal forest, disturbance

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Bränder är en viktig störning i skogen som skapar ett varierat landskap med döda träd och öppna ytor. De höjer PH-värdet och frigör mineralämnena som blir lättillgängliga för skogens växter och djur (Zackrisson & Östlund 1991). Många organismer är gynnade av skogsbränder. De har anpassat sig till branddynamiken genom att utveckla egenskaper som gör att de kan ta fördel av de substrat som skapats av bränder. Vissa är till och med beroende av brända skogar för dess överlevnad. Många av dessa är insekter (Wikars, 2006), de lever bland annat av substrat som skapats i form av död ved och har brända fålt som mötesplatser för parning.

En stor del av Sverige tillhör det boreala bältet som sträcker sig runt norra delen av jordklotet. Den boreala skogen i Sverige har haft ett brandintervall om 30-50 år på torra marker och 100-150 år på frisk mark (Zackrisson & Östlund 1991). Den naturliga branddynamiken var innan 1900-talet ca 1%, vilket motsvarar 200'000 ha av svensk skogsmark som brann årligen (Zackrisson 1977, Zackrisson & Östlund 1991). I dagens läge är skogsbränder mer ovanliga eftersom man bekämpar dem och tar bort döda träd, vilka annars skulle vara antändningsställen under askväder. Sedan skogsbruket intensifierats har bränderna reducerats med 98% och idag brinner ca 0,01 % av skogsmarken varje år (Zackrisson & Östlund, 1991). Konsekvenserna har bland annat varit minskad variation av arter i skogen. I försök att kompensera utförs naturvårdsbränningar för att skapa biodiversitet och bevara brandgynnade och brandberoende arter. Exempelvis kräver FSC-certifiering att man bränner 5% av den årliga avverkningsytan.

Skogsbränder har stor betydelse för diversiteten av arter på flera sätt, de skapar bl.a. fläckar av olika successionsåldrar vilket ökar heterogeniteten mellan fläckarna (Levin & Paine 1974, Pickett & White 1985). Variationen, såsom struktur och trädartsfördelning, i det naturliga habitatet i boreal skog kan också ses som resultatet av brändernas inverkan (Wright & Bailey 1982, Danks & Footitt 1989, Esseen et al. 1992).

Dominanta och väletablerade arter missgynnas av bränder, till skillnad från mindre konkurrenskraftiga arter som här har samma utgångsläge och möjlighet för etablering och utveckling som alla andra arter (Tilman & Pacala 1993). Dock kräver det att bränderna inte är för intensiva eller frekventa eftersom arterna måste ha en chans att hinna återetablera sig. Intermediära störningshypotesen bygger på detta antagande, vilken säger att lagom störning ger högst biodiversitet inom ett habitat (Connell 1978, Mcleod 1980, Petraitis et al. 1989).

Många pyrofila (=brandälskande) arter, som ständigt söker sig till bränder, har ett väl utvecklat doftsinne som gör att de kan känna doften av rök på flera mils avstånd. Finns insekterna i närheten kan de anlända redan under den pågående branden. Övriga egenskaper som utmärker pyrofila arter är god spridningsförmåga, utbredning som täcker stora delar av norra halvklotet,

lång livslängd samt att många är mörkfärgade (kamouflerande) med samma lyster som kol (Wikars m.fl. 1992).

Pyrofila insektsarter kan delas in som brandberoende, starkt brandgynnade och brandgynnade. Brandberoende insekter är oftast mer specialiserade och kräver en brand för vidareetablering. Etableringen sker inom ett par år efter branden och vanligtvis utvecklas endast en generation. Starkt brandgynnade och brandgynnade insekter, kan även benämnas som sekundärt brandberoende, är ej beroende av en brand för att kunna etablera sig. Dessa kan komma att nyttja den brända skogen flera år efter brandtillfället då specialisterna har försvunnit.

1.2 Tidigare studier

Några tidigare studier, där man behandlat ämnet specialister och generalister hos skalbaggar, som varit relevanta för det här arbetet har varit svårt att finna. Däremot har det gjorts en hel del studier på skyddade arter och skogsbrand.

En studie genomfördes 2012 av Kouki m.fl. i södra Finland där man undersökte om restaurering av död eller bränd skog är fördelaktigt för sällsynta och skyddsberoende arter. Återhämningsgrad jämfördes också för pyrofila och rödlistade insekter. Man använde sig av två studieplatser i olika regioner, en med kortare historia av skogsbruk och en med lång historia av skogsbruk. Studien visade att på båda ställen ökade antalet sällsynta arter men att de i regionen med kort tid av skogsbruk ökade betydligt mer än i regionen med lång historia av skogsbruk. Huvudslutsatsen är att vid naturvårdsbränningar bör hänsyn tas till skogens brukningshistoria då den är avgörande för att nå maximal framgång med ambitionen att öka antalet pyrofila och rödlistade insekter..

En annan studie (Martikainen m.fl. 2006) genomfördes 2006 i Finland där man undersökte hur artsammansättningen av jordlöpare påverkades av två olika metoder för att skapa biodiversitet i brukad skog, t.ex. att lämna lövträd efter avverkning och naturvårdsbränning. Studien visade att jordlöpare är anpassade till frekventa skogsbränder och att för att bevara en naturlig fauna av dessa krävs naturvårdsbränningar inom skogsbruket.

År 2006 upprättades ett åtgärdsprogram (Wikars, 2006) för bevarande av brandinsekter i borealskog på uppdrag av naturvårdsverket. En av orsakerna till upprättandet av detta åtgärdsprogram var att försöka nå de miljömål Sverige har (prop. 2000/01:30 *Svenska miljömålsdelmål och åtgärder*). Inom detta åtgärdsprogram tar man fram tio arter som man speciellt vill gynna. Alla tio arter utvecklas på färsk brandfält och gynnas även i högre grad vid bränning av trädrika bestånd jämfört med bränning av hyggen. Ett urval av dessa arter är *Corticara planula* Brandmöggelbagge, *A. angularis* Spetshörnad Barkskinnsbagge och *Aradus laeviusculus* Slät barkskinnsbagge.

Åtgärdsprogrammet gällde mellan 2006 och 2010 och var aktuellt då branden och inventeringen utfördes.

1.3 Syfte

Vid skogsbrand förväntar man sig att brandgynnade, starkt brandgynnade och brandberoende arter ökar i antal. Då vi idag har ett intensivt trakthyggesbruk i Sverige är skogen redan utsatt för en stark störning där störningsgynnade arter ökar i antal. Kalhyggen är en onaturlig störning som uppstått på senare tid och vår hypotes är att arter som gynnas av kalhyggen ofta är generalister som även skulle trivas i en brandstörd skog. Det finns även sedan tidigare hypoteser om att generalister konkurrerar ut de brandspecialiserade arterna och att det är en anledning till deras tillbakagång (Wikars, 2006) I det här arbetet vill vi undersöka hur en storskalig brand påverkar artsammansättningen och om det i sådana fall idag får de effekter som är förväntade

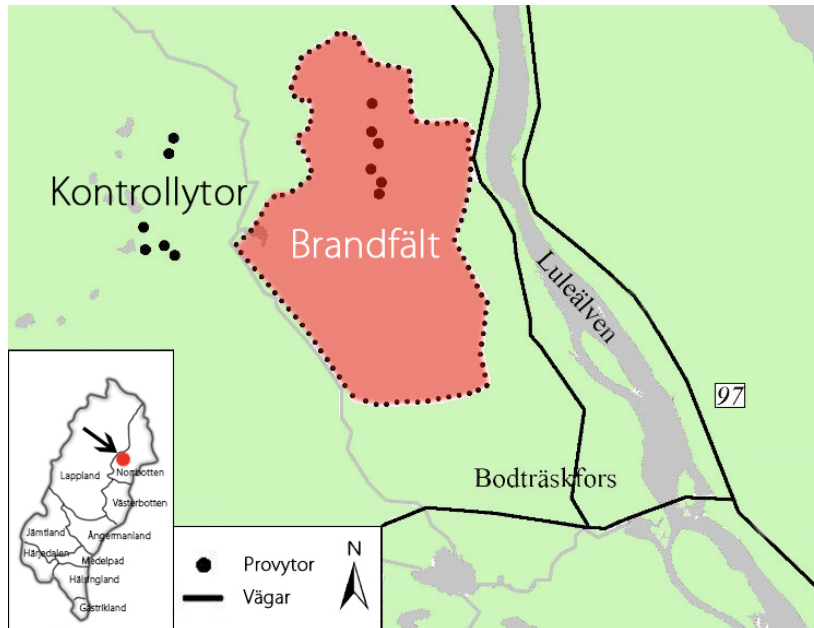
Frågeställningarna vi kommer att försöka besvara är:

- Hur ser fördelningen av generalister och specialister ut efter brand, konkurrerar generalisterna ut specialisterna?
- Vilka funktionella grupper dominerar på ett brandfält två år efter brand?
- Hur gynnas rödlistade och brandgynnade arter av en stor skogsbrand?

2. MATERIAL OCH METODER

2.1 Studielokal

Den 11 augusti till 8 september 2006 härjade en stor skogsbrand i Bodträskfors (66°9'N, 20°49'E). Bodträskfors är ett samhälle i Bodens kommun, Norrbottens län, och ligger ca 50 km nordväst om centralorten Boden. Branden gav upphov till ca 1628 ha bränd mark. En del av denna area (ca 250 ha) har efter branden avsatt för forskning och fri utveckling. I detta orörda område utfördes datainsamling 2008 och det är dessa data som ligger till grund för detta arbete.



Figur 1. Karta över det brända området och kontrolltytor med markering av provytornas placering.

Figure 1. Map over burned and control area with indication of samples location.

Källa: Johansson m.fl. 2011. Bearbetning: Anton Larsson

Det berörda området (figur 1) i Bodträskfors dominerades av en intensiv markbrand år 2006 som resulterade i att en stor del av det organiska materialet i jorden (A-horisonten) brann upp. På vissa platser tog elden upp till 50 cm torv och alla trädrötter vilket ledde till 100 % dödlighet. Den brända arean var dominerad av tallskog på busk- och lavmark (94 % av arean), varav 60 % Tall (*Pinus sylvestris* L.) med inslag av 25 % gran (*Picea abies* L.) och 15 % lövträd (Engelmark, 2013).

2.2 Datainsamling

Data insamlades sommaren 2007 och 2008 av Therese Johansson. Analyser av materialet från 2007 har redan gjorts i Johansson m.fl. (2011) varför vi bara utgår från data insamlad 2008.

Sammanlagt sattes tolv provytor ut, sex i det brända området och sex kontrolltytor i obränd skog

(figur 1). De sex provytorna i det brända området placerades alla ca 200-280 m.ö.h. i 140-170 år talldominerade, relativt öppna bestånd. För kontrollytorna valde man, i den mån det var möjligt, ytor som var lika de brända ytorna innan branden bröt ut avseende ålder, slutenhet, åldersblandning, markvegetation, jordmån och topografi. Kontrollytorna placerades ca 3 km väst om den brända arean. Dessa ytor var även representativa för området som helhet.



Figur 2. IBL2-fönsterfälla. Foto: Therese Johansson.

Figure 2. IBL2 window trap Photo: Therese Johansson.

För insamling av insekter valde man att använda sig av IBL2-fönsterfällor. Man placerade ut tre fällor i vardera tolv provytor. En provyta med fällor kommer att refereras till som block. Sammanlagt blev det 36 fällor. Man knöt fällorna mellan träd, enligt bild 2.1, i en triangel 50 meter från varandra. Detta för att täcka upp de möjliga flygriktningarna för skalbaggar. IBL2-fällorna var gjorda av ett tunt halvgenomskinligt plastskynke som var fäst mellan tre tjockare plastdelar. Detta skapade ett triangelformat fönster med en yta på 0,35 m². Sidorna gjorda av det tjockare plastmaterialet skapade en kanal för insekterna att glida ner i istället för att falla till marken. Längst ner samlades insekterna upp i en tvåstegstratt. Tratten hade en mekanism för att avleda regnvatten till ett rör på sidan. Insekterna samlades upp i en 725 cl plastburk med skruvgångar. Uppsamlingskärlen var fyllda upp till en tredjedel med 80 % propylenglykol för att konservera de fångade insekterna och en liten mängd rengöringsmedel för att ta bort ytspänningen.

2.2 Identifiering och klassificering

Alla skalbaggar artbestämdes av Stig Lundberg.

Generalister och specialister

För att kunna få svar på frågeställningen om hur fördelningen av generalister och specialister ser ut, och om generalisterna konkurrerar ut de mer specialiserade arterna så har arterna även delats upp i dessa två grupper. Denna indelning och beskrivning har gjorts av Roger B Pettersson utifrån Koch (1989a, 1989b, 1992). För en mer specifik litteratur hänvisning och indelning se Bilaga 1.

– *Specialister*: Lever inom ett begränsat antal naturtyper inom en viss biotop. Definition i Koch: "...nur in bestimmtem, einander gleichartigen Biotopen."

– *Generalister*: Lever eller kan leva i flera olika biotoper, tex både gammal och ung skog. I Koch delas dessa in i två typer: *Eurotyp*: in vielen verschiedenartigen Biotopen och *Ubiquist*: überall vorkommend, i flera olika biotoper.

Funktionella grupper

Vi valde att dela in arterna i funktionella grupper enligt nedan utifrån deras näringsekologi (Johansson m.fl. 2007). Detta för att få en tydligare bild över hur olika artgrupper reagerar på brand och därmed göra det lättare att förklara reaktioner och finna samband för abundans och artsammansättning. Näringsekologin ger en tydlig indelning eftersom det ofta är näringssök som ligger till grund för hur insekter förflyttar sig mellan olika habitat och hur en art reagerar på brand (Santos m.fl. 2014).

– *Saproxyler*: Arter som är beroende av död ved någon gång under dess livscykel eller är beroende av andra saproxyler eller vedlevande svampar (Speight, 1989) Saproxyler har delats in i två undergrupper: *Obligata* som måste leva i död ved och *Fakultativa* som kan leva i död ved men ej är beroende av det

– *Brandgynnade*: Inkluderar arter som gynnas av eld, till exempel arter som drar fördel av elden, både pyrofila arter och icke pyrofila arter. Dessa reagerar också positivt på andra störningar.

– *Starkt brandgynnade*: starkt gynnade av brand men ej beroende.

– *Brandberoende*: Återfinns endast på färsk brandfält (Wikars, 2002)

– *Fungivorer*: Svampätande arter (Mycetophager)

– *Predatorer*: Predatorer och ektoparasiter.

– *Vedborrare*: Arter som borrar sig in i splintved.

– *Kambiumkonsumenter*: Kambium- och floemkonsumenter, inkluderar även konsumenter av bark på levande träd.

– *Detritivorer*: Asätande saproxyla arter, koprofaga och myrassocierade arter.

Rödlistade

Klassificering enligt den officiella svenska rödlistan (Gärdenfors, 2005)

2.3 Analyser

Vid analyserna jämfördes fördelningen mellan brand- och kontrollolytorna vad gäller artantal och abundans. Analyser gjordes utifrån de 9 ovanstående funktionella grupperna, de rödlistade arterna samt utifrån indelningen generalister och specialister.

Tabell 1. Exempel på hur datamaterialet sorterades innan analyser utfördes i Minitab.

Table 1. Example on how the data was sorted before analyzed in Minitab.

Behandling	Block	Abundans	Artantal
BRAND	1	489	79
BRAND	2	464	76
BRAND	3	457	92
BRAND	4	595	76
BRAND	5	487	71
BRAND	6	514	59
KONTROLL	1	270	66
KONTROLL	2	325	76
KONTROLL	3	446	81
KONTROLL	4	424	84
KONTROLL	5	446	83
KONTROLL	6	350	91

En indelning av datamaterialet gjordes i Excellfunktionen Pivottabell. Där sorterades materialet in under fyra rubriker: Behandling, Block, Abundans och Artrikedom. Behandling angav brand eller kontroll. I varje block ingick data från tre IBL2-fönsterfällor. Block uppgavs från 1-6 under vardera behandlingsrubrik. Abundans angav det totala individantalet i varje block och Artrikedom det totala artantalet i varje block. Indelningen gjordes för varje separat analys.

Det sorterade datamaterialet hämtades sedan in i dataprogrammet Minitab 16.2.4 där analyser gjordes. Innan någon analys utfördes kördes Test for Equal Variances for abundans, om P-värdet låg över 0.05 kördes One-Way ANOVA test i annat fall kördes Kruskal-Wallis test. Dessa test är likvärdiga varandra men One-Way ANOVA är parametriskt och har en högre power än ickeparametriska tester. Kruskal-Wallis är icke parametriskt och utgår ifrån medianvärden i en grupp. Om man inte har equal variances, P-värde under 0.05, kan parametriska tester visa fel värden och då är ickeparametriska tester mer tillförlitliga även om de har lägre power.

3. RESULTAT

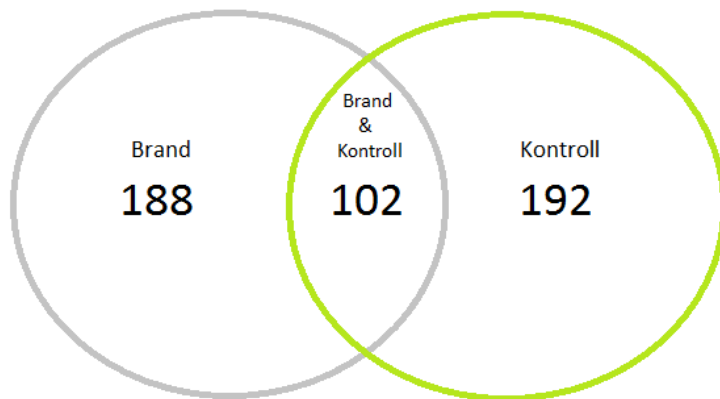
Tabell 2. ANOVA-resultat för abundans och artantal fördelat på brand- och kontrolltytor för ytornas totala sammansättning, funktionella grupper, brandgrupper, rödlistade arter och specialister/generalister.

Table 2. ANOVA results for abundance and species richness distributed on fire and control areas for the areas total number, functional groups, fire groups, red listed species and specialists/generalists.

Källa	Abundans				Artantal			
	F	P	Mean	SE Mean	F	P	Mean	SE Mean
Total	54.09	0.006			6.52	0.420		
BRAND			501.00	20.50			75.50	4.39
KONTROLL			376.80	29.80			80.17	3.46
Kambium-konsumenter	92.10	0.000			77.09	0.000		
BRAND			133.93	9.62			11.50	0.56
KONTROLL			20.33	4.25			6.67	0.62
Predatorer	68.12	0.001			0.85	0.776		
BRAND			101.70	13.40			15.00	1.31
KONTROLL			39.50	1.38			15.50	1.09
Fungivorer	4.48	0.509			42.24	0.017		
BRAND			204.00	24.40			28.67	2.16
KONTROLL			226.30	21.60			36.50	1.67
Detritivorer	6.95	0.408			0.41	0.843		
BRAND			7.33	1.36			5.33	0.72
KONTROLL			9.33	1.87			5.17	0.40
Ved-borrare	45.7	0.016			10.29	0.309		
BRAND			6.33	1.56			4.33	0.67
KONTROLL			15.17	2.61			5.17	0.40
Herbivorer	5.00	0.485			0.65	0.804		
BRAND			1.67	0.80			1.17	0.48
KONTROLL			1.00	0.45			1.00	0.45
Rödlistade	36.19	0.039			1.33	0.721		
BRAND			1.83	0.31			1.83	0.31
KONTROLL			4.00	0.86			1.67	0.33
Obligata-saproxyler	71.20	0.001			21.17	0.132		
BRAND			405.30	27.40			46.17	2.09
KONTROLL			248.50	15.70			50.67	1.78
Fakultativa-saproxyler	12.76	0.254			6.61	0.420		
BRAND			63.30	10.70			15.17	1.68
KONTROLL			78.67	6.74			16.83	1.05
Brandgynnade	69.79	0.001			11.42	0.283		
BRAND			374.70	16.70			46.17	1.33
KONTROLL			260.80	16.80			49.00	2.11
Starkt-brandgynnade	51.92	0.008			56.82	0.005		
BRAND			3.50	0.89			2.17	0.40
KONTROLL			0.50	0.22			0.50	0.22
Specialister	41.56	0.024			2.41	0.630		
BRAND			273.70	24.00			64.17	4.43
KONTROLL			199.00	14.40			61.33	3.59
Generalister	32.72	0.052			12.60	0.258		
BRAND			227.30	13.90			59.00	4.58
KONTROLL			177.80	17.60			66.17	3.83

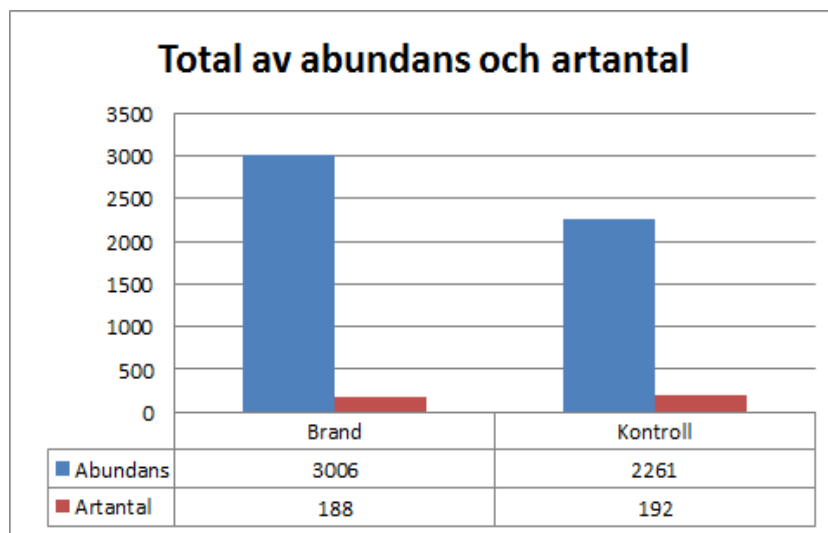
Totalt fångades 5267 skalbaggar uppdelade på 279 olika arter. Sammanlagt återfanns 3006 st (57 %) på den brända ytan och 2261 st (43 %) på kontrollytan. Artfördelningen var 188 st på brandytorna och 192 st på kontrollytorna. Av dessa återfanns 102 arter på båda ytorna (figur 3). Varav arterna *Typodendron laeve*, *Pytogenes bidentatus* och *Enicmus rugosus* var vanligast med individantal 400, 390 respektive 357 och stod gemensamt för 22 % av totalen. Vid jämförelse mellan brand och kontrollytorna är artantalet signifikant högre på brandytan (figur 4). Säker klassificering utifrån funktionell grupp kunde göras på 225 arter (80.9 % av alla arter). De 53 resterande arterna uteslöts därför ur analyser där denna klassificering användes.

Vid en jämförelse mot de tio arter som man i åtgärdsprogrammet för bevarande av brandinsekter i boreal skog (Wikars, 2006) vill främja visar det sig att ingen av dessa arter återfunnits på brand eller kontrolllytorna.



Figur 3. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet.

Figure 3 Number of overlapping and unique species of fire field and control area.



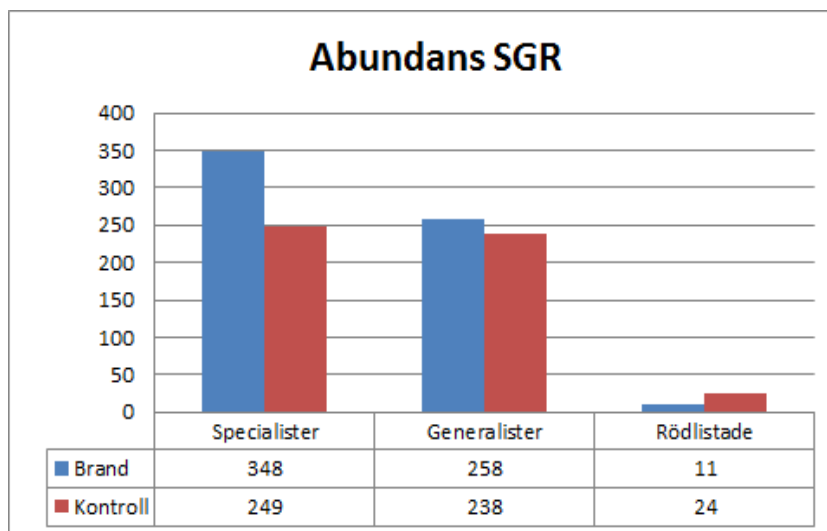
Figur 4. Fördelning av abundans beroende av behandling för de totala antalet insamlade skalbaggar.

Figure 4. Distribution of abundance and species richness depending on treatment for the total of all collected bugs.

Fördelning av specialister och generalister

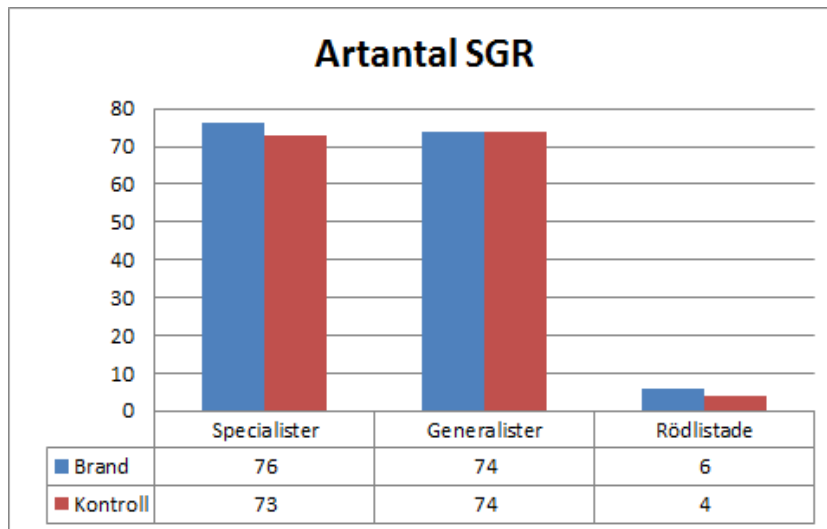
Vid indelningen av generalister och specialister stod generalisterna för 2431 st av individerna och specialisterna för 2836 st. Fördelningen av specialisterna var 1642 individer (58 %) av 95 arter på den brända ytan och 1194 (42 %) individer av 92 arter på kontrollytan. Det är alltså en signifikant skillnad i abundans mellan brand- och kontrollytorna (figur 5). Artantalet var för generalister samma på brand- och kontrollytorna medan det för specialister var lite fler på brandytan (figur 6).

Av specialisterna var 2059 (85 %) brandgynnade varav 1082 på brandytan och 977 på kontrolllytorna. Av de starkt brandgynnade arterna återfanns 14 st på den brända ytan och 3 st på kontrolllytorna. Den vanligast förekommande specialisten på brandytan var *Trypodendron laeve* med 383 individer. Men den återfanns endast i 17 exemplar på kontrollytan. På kontrollytan var *Enicmus rugosus* vanligast med 334 individer och den återfanns inte på brandytan. Av NT-arter på brandytan var fem specialister (*Acmaeops septentrionis*, *Hapalaraea clavigera*, *Lacon conspersus*, *Mycetochara obscura* och *Mycetophagus fulvicollis*) och en generalist (*Cis rugulosus*). NT-arterna på kontrollytan var fördelade på tre specialister (*Atomaria alpina*, *Cis dentatus* och *Mycetochara obscura*) och två individer av generalisten *Cis rugulosus* vilket är samma generalist som återfanns på den brända ytan. Vid indelningen av de saproxyla arterna finner vi att det på brandytan är totalt 1510 specialister och 1302 generalister och på kontrollytan 1103 specialister och 865 generalister.



Figur 5. Fördelning av abundans mellan brända ytor och obrända kontrollytor för specialister, generalister och rödlistade arter.

Figure 5. Distribution of abundance depending on treatment for specialists, generalists and red-listed species.

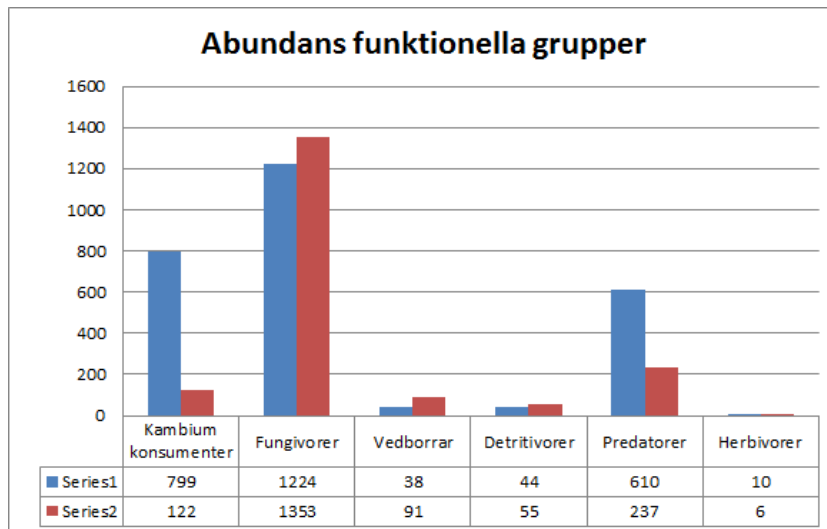


Figur 6. Fördelning av artantal mellan brända ytor och obrända kontrolltytor för specialister, generalister och rödlistade arter.

Figure 6. Distribution of species richness depending on treatment for specialists, generalists and red-listed species

Fördelning av funktionella grupper

Den vanligaste funktionella gruppen på brandytan var fungivorer (1224 individer) därefter kambiumkonsumenter (799 individer) och predatorer (610 individer). Även på kontrollytan var fungivorer (1353 individer) vanligast och därefter kambiumkonsumenter (122 individer) och därefter predatorer (237 individer) (figur 7) på tredjeplats. Det är dock skillnad vad gäller artantalet på de olika ytorna, och ANOVA One-Way analyser (Tabell 2) visar att det finns ett samband mellan fler kambiumkonsumenter och predatorer på den brända ytan. Däremot är det vanligare med vedborrare på kontrollytorna (figur 7) med fler individer men liknande artantal (figur 8). Inom resterande funktionella grupper är det inga signifikanta skillnader vad gäller artantal och abundans. Vi kan se (figur 9, figur 10, figur 11, figur 12, figur 13 och figur 14) att det för alla funktionella grupper finns nya unika arter på brandytan. Det är dock ett relativt stort överlapp av arter som återfinns på både brand- och kontrollytorna.



Figur 7. Fördelning av abundans mellan brända ytor och obrända kontrolltytor för de funktionella grupperna.

Figure 7. Distribution of abundance depending on treatment in functional groups.

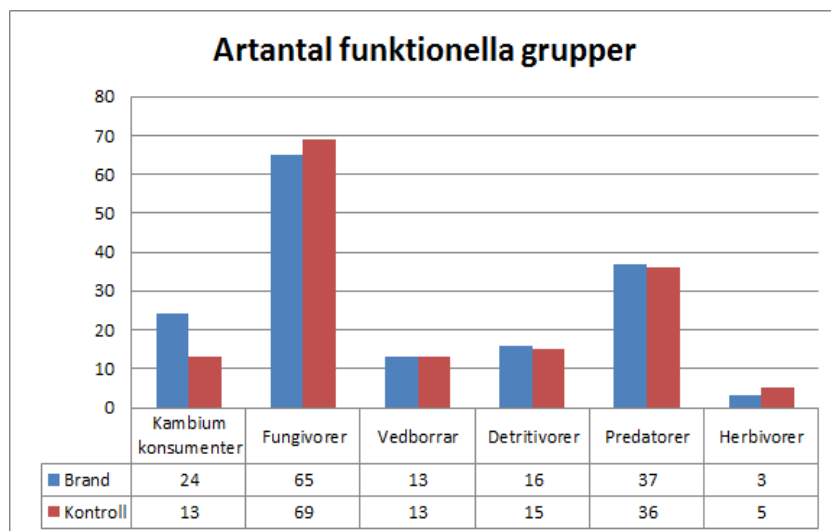


Figure 8 Fördelning av artantal mellan brända ytor och obrända ytor för de funktionella grupperna.

Figure 8. Distribution of species richness depending on treatment in functional groups.

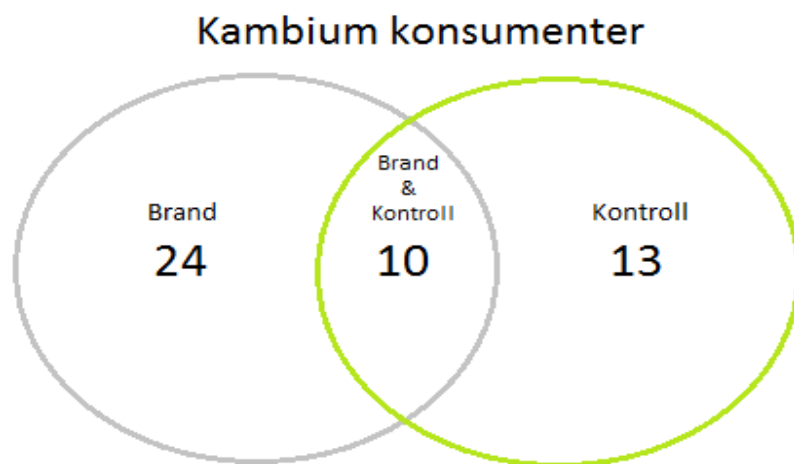
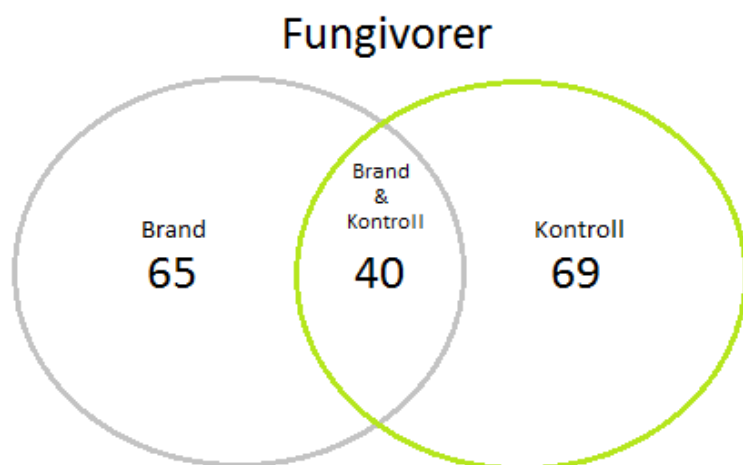
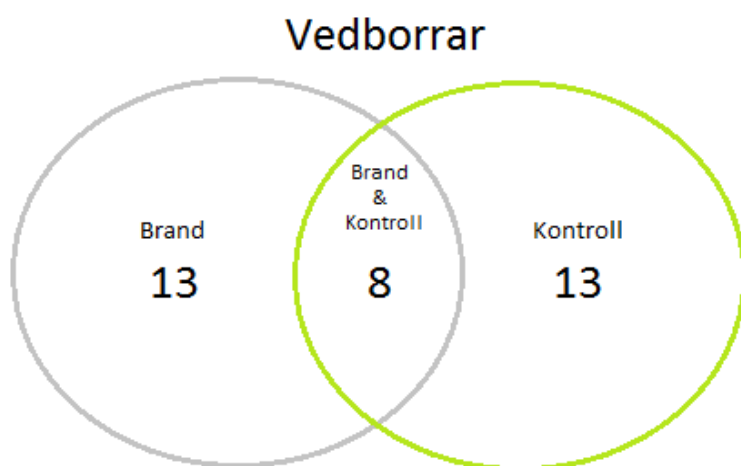


Figure 9. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för kambiumkonsumenter.

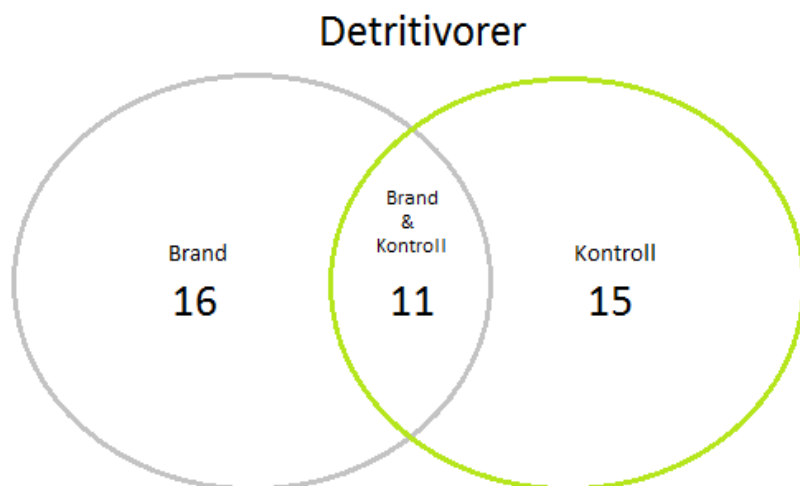
Figure 9 Number of overlapping and unique species of fire field and control area for cambium consumers.



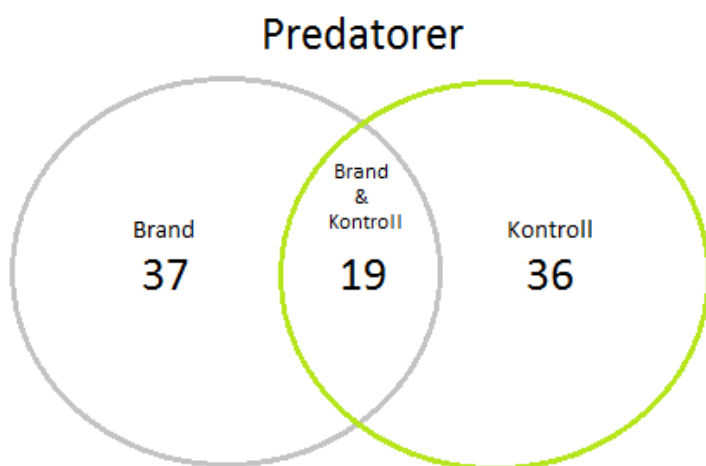
Figur 10. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för fungivorer.
Figure 10 Number of overlapping and unique species of fire field and control area for fungivores.



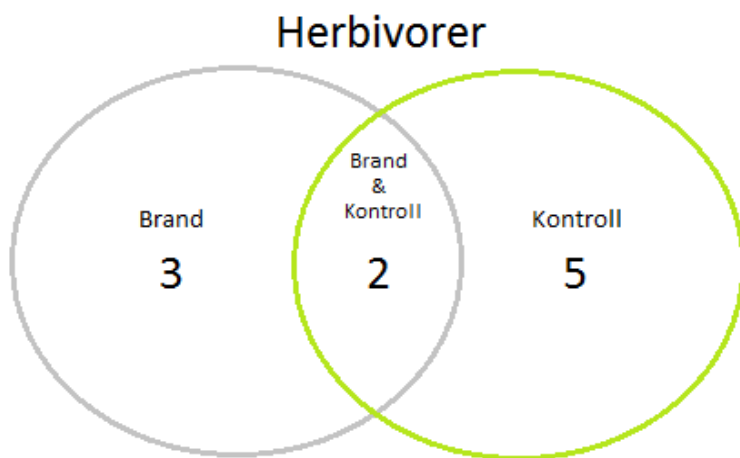
Figur 11. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för vedborrar
Figure 11. Number of overlapping and unique species of fire field and control area for woodborers.



Figur 12. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för detritivorer.
Figure 12 Number of overlapping and unique species of fire field and control area for detritivores.



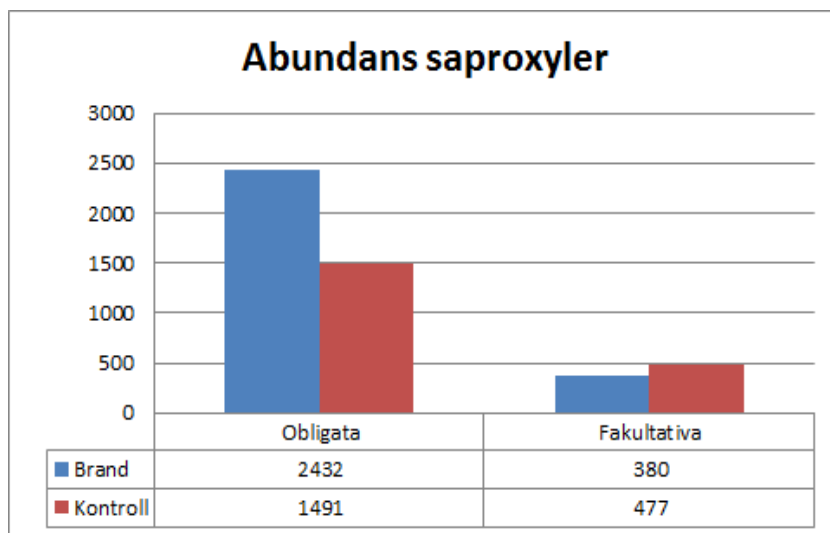
Figur 13. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för predatorer.
Figure 13 Number of overlapping and unique species of fire field and control area for predators.



Figur 14. Antal överlappande och unika arter för brandfältet och kontrollområdet för herbivorer.
Figure 14 Number of overlapping and unique species of fire field and control area for herbivores.

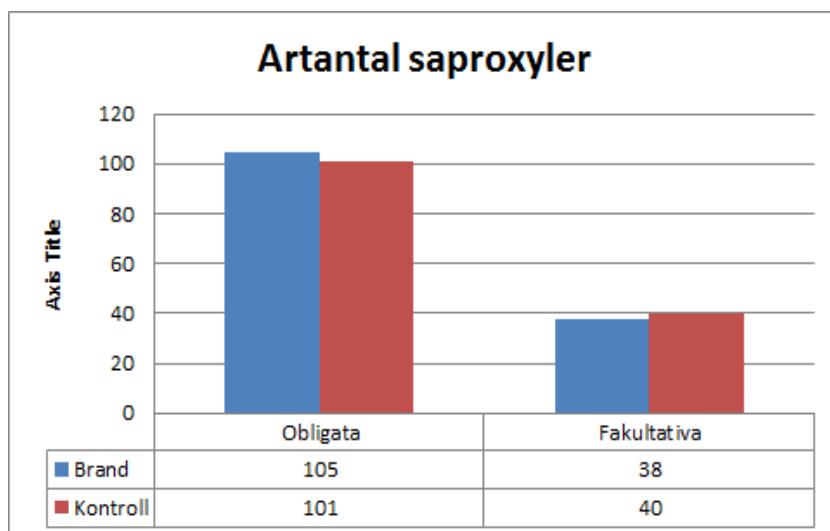
Fördelning av saproxyler

Totalt 4775 fångade individer av den totala abundansen är indelade i någon av de två saproxyla grupperna. Obligata saproxyler är vanligast på både kontroll- (1491 individer) och brandytorna (2432 individer) jämfört med de fakultativa, (kontroll, 472 och brand, 380) (figur 15 och figur 16). Abundansen av obligata saproxyler var betydligt högre i brandytorna (Tabell.2.)



Figur 15. Fördelning av abundans mellan brända ytor och obrända kontrolltytor för obligata- och fakultativasaproxyler.

Figure 15. Distribution of abundance depending on treatment for optional and obligate saproxylics.



Figur 16. Fördelning av artantal mellan brända ytor och obrända kontrolltytor för obligata- och fakultativasaproxyler.

Figure 16. Distribution of species richness depending on treatment for optional and obligate saproxylics.

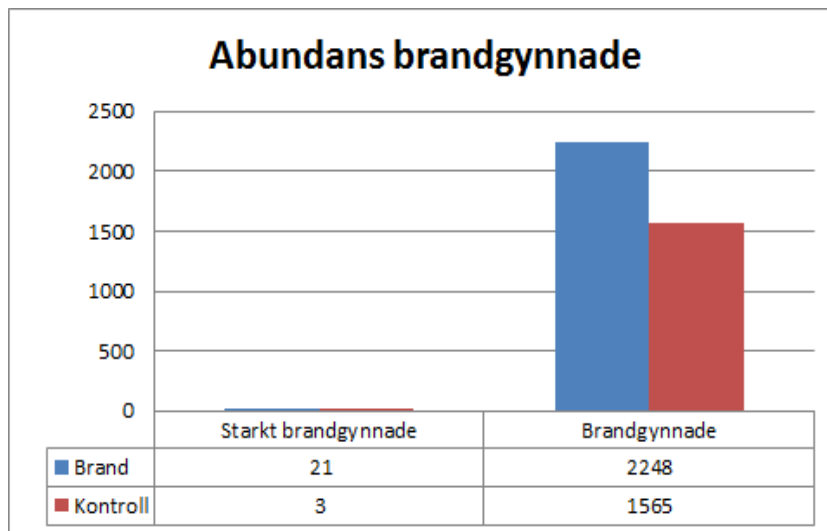
Fördelning av rödlistade arter

Vid körning av *Equal Variances for abundans* blev P-värdet 0,051 vilket är precis på gränsen om en ANOVA-analys ska ge tillförlitliga värden. Därför gjordes både Kruskal-Wallis och ANOVA One-Way vid analysering av abundans. Av rödlistade (NT) arter fångades 8 arter och totalt 35 individer där *Mycetochara obscura* var den överlägset vanligaste med 20 individer (57 % av alla

NT arter). På kontrolllytorna återfanns fyra NT-arter: *Atomaria alpina* (2 individer), *Cis dentatus* (1 individ), *Cis rugulosus* (2 individer) och *Mycetochara obscura* (19 individer). På brandytan återfanns sex NT-arter: *Acmaeops septentrionis* (2 individer), *Cis rugulosus* (1 individ), *Hapalarea clavigera* (5 individer), *Lacon conspersus* (1 individ), *Mycetochara obscura* (1 individ) och *Mycetophagus fulvicollis* (1 individ). För NT-arterna är det nästan inget överlapp utan olika arter på brandfält och kontrolllytor. Det är en högre abundans på kontrollytan men ett högre artantal på brandytan (figur 5 och figur 6). I Kruskal-Wallis är P-värdet för abundans 0,045 och i ANOVA 0,039.

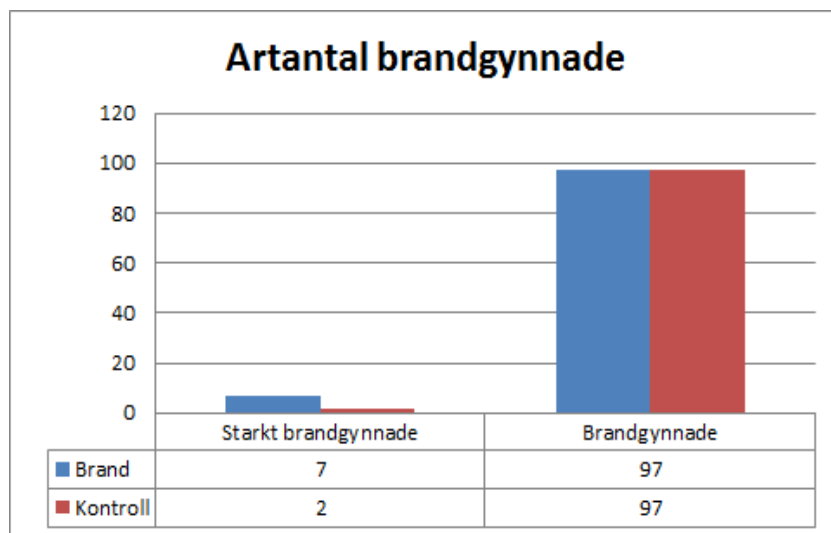
Fördelning av brandgynnade

Under gruppen *Brandberoende* fanns bara en art *Sphaeriestes stockmanni*, varför analyser på brandberoende arter uteslöts. Gruppen *Starkt brandgynnade* utgjordes totalt av 7 arter och 24 individer. På brandytan var det 21 individer fördelade på 7 arter och på kontrollytan tre individer på två arter: *Hylobius abietis* och *Placusa atrata*. Dessa två arter utgjorde två av de vanligaste starkt brandgynnade arterna på brandytan med tre respektive tio individer. Vid jämförelse mellan brand- och kontrolllytor så är både artantal och abundans signifikant högre på brandytorna (figur 17 och figur 18) för gruppen starkt brandgynnade. Gruppen *Brandgynnade* utgjorde 3813 (72 % av totala antalet) individer fördelade på 132 olika arter. Fördelningen var 2248 brandgynnade på brandytorna och 1565 på kontrollytorna och det finns ett starkt samband vad gäller högre abundans av brandgynnade arter på de brända ytorna. Däremot visas inget samband mellan brandyta och högre artantal (Tabell 2).



Figur 17. Fördelning av abundans mellan brända ytor och obrända kontrolllytor för brandgynnade och starkt brandgynnade arter.

Figure. 17. Distribution of abundance depending on treatment for fire favored and strongly fire favored species.



Figur 18. Fördelning av artantal mellan brända ytor och obrända kontrolltytor för brandgynnade och starkt brandgynnade arter.

Figure 18. Distribution of species richness depending on treatment for fire favored and strongly fire favored species.

4. DISKUSSION

Syftet med denna studie var att analysera vad som händer med artsammansättningen hos skalbaggar efter en intensiv brand i en skog som under lång tid inte utsatts för någon störning. Vi ville se vilka arter som drar fördel av en brand och om det i sådana fall är generalister som i dagens läge har en fördel av en sådan i jämförelse med specialister.

Våra resultat visar att det två år efter en storskalig brand är ett högre antal skalbaggar på brandytan jämfört med på de likvärdiga kontrollytorna som ej utsatts för brand. Vi kan dock inte se någon större skillnad i artantal på brända ytor jämfört med på obrända ytor. Vad resultatet däremot visar är att artsammansättningen förändras och att det är ett stort antal arter som återfinns på brandytorna som inte återfinns på kontrollytorna. Detta tyder på att brand är viktig för en högre biodiversitet i den boreala skogen. Det kan bl.a. bekräftas genom Kouki m.fl. 2012 som i artikeln *Landscape context affects the success of habitat restoration* drog slutsatsen att återintroduktion av bränder i boreal skog kan hjälpa återhämtningen av sällsynta arter.

Vi kan inte i denna studie påvisa att de tio arter som man i naturvårdsverkets åtgärdsprogram framhåller (Wikars, 2006) gynnas särskilt av en storskalig brand då inga av dessa arter återfinns på brandytorna. Vad som bör tilläggas är att inte alla dessa arter förväntas finnas så högt upp i landet. Till exempel har man under de senaste 100 åren enbart gjort fynd av *Biphyllus lunatus*, brandsvampbaggen, på Gotland och *Corticaria planula*, brandmögelbaggen, har troligtvis försvunnit helt från Sverige (Wikars, 2006). Vad detta beror på är svårt att säga men troligtvis är det så få individer av arterna kvar så de har svårt att sprida sig till den nya brandytan även om det är rätt habitat för dem (Kouki m.fl. 2012). Några brandgynnade arter är inte direkt dragna till eld, utan dras till substrat som skapats efter brand och/eller svamp som lever på det substratet (Wikars m.fl., 2002). Det har heller inte skett riktade inventeringar efter de tio arter åtgärdsprogrammet framhåller vilket skulle ha kunnat öka chanserna för fynd. Till exempel är tallkapuschongbaggen svår att hitta 0-2 år efter brand (Wikars, 2006) men kanske skulle den ha kunnat påvisas vid en senare inventering. För att gynna dessa specifika arter skulle man förslagsvis kunna bränna i närheten av de platser man senast återfann dessa arter på och succesivt förflytta dem och sprida dem på så sätt.

4.2 Generalister och specialister

Vår hypotes i början av det här arbetet var att det efter en storskalig skogsbrand skulle finnas fler generalister än specialister eftersom generalisterna kan dra fördel av andra typer av störningar så som kalhyggen, stormfällning och varma sydsluttningar och att dessa därför skulle ha lättare att kolonisera snabbt efter brand. Våra analyser visar dock att det finns ett starkt samband mellan högre abundans av specialister och brända ytor. Det visar om samhällsstrukturer ändras, så som färre bränder, påverkar det de specialiserade arterna negativt (Spence m.fl. 1996) eftersom dessa gynnas av brand. Även artantalet är något högre på de brända ytorna men det är inga signifikanta resultat så inga slutsatser kan dras utifrån detta. Vi kan alltså i denna studien inte visa på något samband mellan högre antal generalister på nyligt bränd skog. Vi kan däremot visa på motsatsen, det vill säga att det efter storskalig brand är ett högre antal specialister än generalister som återfinns på bränd mark. En förklaring till att dessa specialiserade arter är så vanliga är att de

antagligen inte är specialiserade specifikt på brand. Brandgynnade arter är vanligtvis specialister på öppen mark/tidig succession vilket det finns gott om i brukad skog. Den tydliga dominansen av specialister tyder på att det idag inte finns så få specialister kvar i de svenska skogarna så att generalisterna konkurrerar ut dem vilket tidigare varit en hypotes (Wikars, 2006).

Resultaten visar en stor skillnad i abundans och artsammansättning hos de artgrupper som fångats på den brända och obrända ytan. Både hos brandgynnade och rödlistade arter kan vi se att det finns fler specialister på brandytorna. Hos de brandgynnade arterna är skillnaden väldigt stark vilket visar att dessa är mer specialiserade för att föröka och sprida sig efter brand. Detta är också vad vi hade förväntat oss när vi startade studien. Även om vi inte har utfört speciella analyser vad gäller generalister och specialister inom gruppen brandgynnade arter så kan vi tydligt se att de specialiserade arterna är fler vilket stämmer med helhetsresultaten. Vi ser då även att generalisterna inte drivit bort de specialisterna hos de brandgynnade arterna.

Hos saproxylerna finner vi att det är en signifikant ökning för de obligata, beroende av död ved, i abundans medan det tvärtom är något högre abundans i kontrollytorna för de fakultativa. Det bekräftar det man i tidigare studier visat, att en ökad andel ved ökar antalet saproxyler individer och att restaurering och tillförsel av död ved är viktigt för bevarande av dessa arter (Komonen m.fl, 2013) . Då artantalen är relativt likvärdiga på båda ytorna så hade vi tro att de obligata skulle vara mer specialiserade för att snabbt efter en brand kunna kolonisera sig och dra fördel av den nya döda veden. Vi kan dock inte se någon större skillnad i andelen generalister och specialister av de obligata saproxylerna på den brända ytan. Det är snarare så att generalisterna står för en större ökning jämfört med andelen av de obligata arterna på kontrollytan. Men eftersom vi inte utfört några specifika analyser av detta kan vi ändå inte dra några slutsatser utöver att de obligata saproxylerna ökar i andel efter brand.

4.3 Funktionella grupper, saproxyler och rödlistade arter

Resultaten av analyserna utifrån indelningen av funktionella grupper, saproxyler och rödlistade arter skiljer sig från den inventering som gjordes på samma brand- och kontrollitor sommaren 2007.

Vi kan se att det efter en storskalig brand är samma funktionella grupper som återfinns och dominerar på brända ytor som på ytor som ej utsatts för brand. Resultaten visar dock en signifikant skillnad i abundans hos kambiumkonsumerter och predatorer där dessa ökar. Detta är i likhet med resultaten av datainsamlingen sommaren 2007, och en förklaring är att många av de kambiumkonsumerande arterna dras till döda eller döende träd då dessa avger etanol och monoterpener (Johansson m.fl. 2011). En brand skapar också stora mängder döda träd som kambiumkonsumerter kan föröka sig i. Många träd är döda eller dör allteftersom. Därför skulle man kunna förvänta sig att abundansen av kambiumkonsumerter skulle öka från 2007 till 2008.

En liknande förklaring kan finnas för predatorernas signifikanta ökning. Predatorernas ökning ett år efter branden beror troligtvis på en förändring i deras artsammansättning på brandytan. De arter som stod för predatorernas ökning har alla barkborrar, som tidigt koloniserar efter störning, som föda. Barkborrar reagerar och lockas till rök, etanol och monoterpener vilket också dessa

predatorer gör (Johansson m.fl. 2011). Kambiumkonsumenter valde vi till viss del att göra analyser på eftersom de är vanliga skadegörare och är en grupp som vanligtvis snabbt kommer efter störning vilket analysen visar stämmer även efter brand. Då resultaten visar att både kambiumkonsumenter och predatorer ökar tolkar vi det som att predatorerna två år efter brand hunnit svara på kambiumkonsumenternas ökning i abundans, då predatorer även äter kambiumkonsumenter. Längre fram kan det leda till att predatorernas population ökar så kraftigt att det påverkar bytespopulationen (kambiumkonsumenterna) så att den minskar. En sådan reaktion brukar kallas *time lag*. Vi har i vår studie inte haft tid att gå in djupare på vilka predatorer som fångats i vårt material (2008). Men då resultaten stämmer överens mellan åren så finner vi ingen anledning att tro att det ska ha skett större förändringar vad gäller predatorernas artindelning. Och förklaringen för det ökade antalet predatorer på brandfältet är då troligtvis samma ett och två år efter brand.

Det var högre abundans av rödlistade arter på kontrollytorna jämfört med de brända ytorna (tabell 2, figur 17). Detta stämmer med resultaten från datainsamlingen sommaren 2007 och en förklaring är att kontrollytorna domineras av gammal orörd tall. Detta är habitat som många av de funna rödlistade arterna föredrar, till exempel *Mycetochara obscura* som var den art som fångades flest gånger. Precis som år 2007 är de funna arterna generellt associerade till äldre skogsstrukturer så som ihåliga träd, svampar och äldre tallar. Till exempel hittades de flesta exemplar av just *Mycetochara obscura* vid inventeringen 2007 i en fälla som satt nära en hög gamla tallågor. Även om branden kan komma att skapa liknande substrat kan det ta några år och resultat av detta då synas i ett senare skede (Johansson m.fl. 2011). Trots de liknande signifikanta värdena år 2007 och år 2008 så är skillnaden i abundansen mellan åren stor. En förklaring till denna skillnad kan vara olika slumpfaktorer så som t.ex. väder. Eftersom de rödlistade arterna är få till antalet är de känsligare för förändringar och deras abundans kan därför skilja sig markant mellan olika.

4.4 Felkällor

Då detta arbete har haft en begränsad tid så har vi varit tvungna att prioritera vilka analyser vi har kunnat genomföra. Indelningen av generalister och specialister tog tid att göra vilket gjorde att vi fick tidspress när analyserna utfördes. Vi hade gärna gjort fler specifika analyser vad gäller brandgynnade arter, saproxyler och rödlistade arter avseende indelning generalister och specialister. De siffror vi har fått fram visar för brandgynnade arter att det hos dessa finns övervägande andel specialister. Vad man får ta i beaktande är att inga statistiska analyser gjorts på dessa siffror varför vi inte kan dra några tydliga slutsatser utan bara kan se det som tendenser.

Det finns även bristfällig information om biologin för många arter. Därför finns det, trots noggrant arbete, även en osäkerhet i alla grupp indelningar som gjorts vad gäller specialister/generalister, brandgynnade, saproxyler mm.

Många brandgynnade insekter återfinns huvudsakligen idag i norra Sverige (Wikars, 2006). Och datainsamling har bara kunnat göras på en enda brandyta då så intensiva skogsbränder inte är vanligt förekommande. Dessa förhållanden bör man ha i åtanke när man tolkar resultaten. Dessa behöver alltså inte med säkerhet stämma överens med artsammansättningar efter andra skogsbränder och framför allt inte efter skogsbränder i andra delar av Sverige.

4.5 Vidare studier

För att vidare studera hur fördelningen mellan generalister och specialister ser ut vore det intressant att jämföra den brända ytan mot andra störningsytor. Vår studie har utgått från en skogsbrand som härjade i en avsatt skog och där kontrolltytorna inte utsatts för störning på lång tid. Hur artfördelningen sett ut om ytorna utsatts för annan störning vore intressant att se. Det vore även intressant att jämföra med hyggen och se hur fördelningen generalister/specialister ser ut där jämfört med på brandfältet. Som vi ser i Martikainen m.fl. (2006) kan abundansen av rödlistade arter påverkas beroende på hur hårt och under hur lång tiden skogen blivit brukad. Detta torde även ha påverkan på abundans och artantal vad gäller specialister.

Det vore även intressant att jämföra resultaten med hur fördelningen generalister/specialister ser ut på platser som under en längre period behandlats med bränningar och där förekomsten av brandgynnade insekter är vanligare så som i Orsa Finnmark i norra Dalarna (Wikars, 1997) eller på bolagsmark i det inre av Norrland där hyggesbränningar varit vanliga långt fram i tiden (Wikars, 2006).

Som vi tidigare nämnt skulle det vara intressant att närmare studera indelningen av generalister och specialister hos grupperna: brandgynnade arter, saproxyler och rödlistade arter.

4.6 Slutsatser

Vår studie visar att det två år efter en storskalig brand är en högre abundans av skalbaggar. Vi kan inte hitta några större skillnader vad gäller fördelning av abundans eller artantal mellan år ett och två. Den största skillnaden vi ser mellan åren är den lägre abundansen rödlistade arter där abundansen år 2007 är högre (Johansson m.fl. 2011). Vad gäller generalister och specialister så är det två år efter brand tydligt att det är de specialiserade arterna som dominerar. Det förkastar vår hypotes om att generalisterna är så gynnade i dagens skogsbruk att de konkurrerar ut och tar specialisternas plats. Vår studie visar att det idag finns specialister från olika artgrupper kvar som efter en brand snabbt kan kolonisera och dra fördel av nya substrat som skapats efter brand. Detta i kombination med de naturvårdsbränningar som görs visar att det finns en stor potential för att kunna säkra att fler brandgynnade och specialiserade arter inte försvinner från våra skogar.

Efter brand är det samma funktionella grupper som dominerar. Det är dock en signifikant skillnad i abundans hos kambiumkonsumenter och predatorer där dessa ökar. Ökningen beror troligtvis på den ökade andelen död och döende ved som skapas efter branden. Detta stämmer överens med de resultat man fick efter inventering på samma brand- och kontrolltytor år 2007 (Johansson m.fl. 2011)

Saproxyta arter ökar även de signifikant i abundans. Resultaten visar på att en intensiv skogsbrand ökar andelen död ved i en sådan utsträckning så att saproxyterna gynnas redan två år efter brand.

Vid en jämförelse av de skalbaggsarter som fångats mot Naturvårdsverkets åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i borealskog (Wikars, 2006) återfinns vi ingen av de tio prioriterade

arterna i programmet. Detta visar, trots resultaten med fler specialister på brandytorna, att det finns arter som har så få levnadshabitat kvar att de inte finns tillräckligt nära då ett passande habitat uppstår. Detta är något man med riktade naturvårdsbränningar bör kunna lösa då det visat sig att många brandinsekter svarat positivt på ökade naturvårdsbränningar och miljöcertifierat skogsbruk (Wikars, 2006). Om resultatet däremot visar att "rätt arter" gynnas är svårt att avgöra. Vi kan ju se att de arter man i åtgärdsprogrammet anger som extra viktiga att gynna inte har fångats, därmed inte sagt att viktiga arter inte gynnats av branden. Resultaten vi fått utifrån de brandgynnade arterna och deras signifikanta ökning i abundans anser vi talar för att dessa arter är "rätt". Trots att vi idag har så få skogsbränder så pekar den här studien i kombination med andra studier (Kouki m.fl. 2012, Martikainen m.fl. 2006) på att det finns en stor potential att genom naturvårdsbränningar och miljöhänsyn bevara biodiversiteten av skalbaggar i våra boreala skogar.

REFERENSER

- Aspgren, S. 2001. Det brinner i skogen. Skogforsk arbetsrapport: 475.8 [Online] Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/contentassets/04a1243252714f979c8d3fcb0ec97d0f/arbetsrapport-475-2001.pdf> [2001-03-16]
- Bukejs, A. & Rücker, W. 2012. Contributions to the knowledge of Latvian Latridiidae (Insecta: Coleoptera). *Zoology and Ecology* 23(2): 129-137.
- Connel, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Danks, H.V. & Footit, R.G. 1989. Insects of the boreal zone of Canada. *Can. Entomol.* 121: 625-690. (p. 664-666. The role of fire).
- Engelmark, O.(2013) Skogsbranden I Muddus nationalpark år 2006 - ekologiska effekter och naturvård. Länsstyrelsen Norrbotten. Rapportserie nr 12/2013 .
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1992. Boreal forests - The focal habitats of applications in temperate and boreal environments. *Elsivier Applied Science*, London.
- Fjellberg, A. 1985. Norske Insekttabeller 7. Bestemmelsestabeller til norske biller som ikke er nevnt i ”Danmarks Fauna”. Norsk Entomologisk Forening, Ås.
- Hansen, M. 1987. The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Ent. Scand.* 18: 1-254.
- Höjer, J. 2011. Släktet *Epuraea*, savbaggar. Ett försök att skapa en lättanvänd och säker nyckel till de nordiska arterna. *Skörvnöpparn Suppl.* 2: 1-24.
- Johansson, T m.fl. 2007. Variable response of different functional groups of saproxylic beetles to substrate manipulation and forest management: Implications for conservation strategies. *Forest Ecology and management* 242: 496-510.
- Johansson, T m.fl. 2011. Short-term responses of beetle assemblages to wildfire in a region with more than 100 years of fire depression. *Insect Conservation and Diversity* 4: 142-151.
- Komonen m.fl. (2013) Fast but ephemeral effects of ecological restoration on forest beetle community. *Biodiversity Conservation* 23:1485–1507.
- Kouki, J m. fl. 2012. Landscape context affects the success of habitat restoration: large-scale colonization patterns of saproxylic and fire-associated species in boreal forest. *Diversity and Distributi* 18: 348-355.
- Levin, S.A. & Paine, R.T. 1974. Disturbance, patch formation and community structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 71: 2744-2747.

- Martikainen, P m.fl. The effects of green tree retention and subsequent prescribed burning on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal pine-dominated forests. *Ecography* 29: 659-670.
- McLeod, J.M. 1980. Forests, disturbances, and insects. *Can. Entomol.* 112: 1185-1192.
- Palm, T. 1951. Die Holz- und Rindenkäfer der nordschwedischen Laubbäume. *Medd. Stat. Skogsforskningsinst.* Band 40, nr. 2. p. 1-242.
- Palm, T. 1959. Die Holz- und Rindenkäfer der süd- und mittelschwedischen Laubbäume. *Opusc. Ent. Suppl.* 16: 1-374.
- Palm, T. 1966. Svensk insektfauna. Kortvingar. Fam. Staphylinidae. Häfte 4. Ent. fören. Stockholm. 91 p.
- Palm, T. 1970. Svensk insektfauna. Kortvingar. Fam. Staphylinidae. Häfte 6. Ent. fören. Stockholm. p. 113-296.
- Petraitis, P.S. Latham, R.E. & Niesenbaum, R.A. 1989. The maintenance by species diversity disturbance. *Q. Rev. Biol.* 64: 393-418.
- Rutanen, I. 1985. A new species of *Ptinella* Motschulsky from Fennoscandia (Coleoptera: Pteliidae). *Ent. Scand.* 16: 135-136.
- Santos m.fl. 2014 Is Response to Fire Influenced by Dietary Specialization and Mobility? A Comparative Study with Multiple Animal Assemblages. *PLoS ONE* 9(2): e88224. doi:10.1371/journal.pone.0088224
- Speight, M.C.D. (1989) Saproxylic Invertebrates and their Conservation. Council of Europe, Strasbourg, France.
- Spence m.fl. 1996. Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Ann. Zool. Fennici* 33: 173-184.
- Spessivtseff, P. 1921. Beitrag zur Kenntnis der Borkenkäfer-fauna Schwedens. *Ent. Tidskr.* 41: 219-223.
- Strand, A. 1946. Nord-Norges Coleoptera. *Tromsø Mus. Årsh.* 67: 1-629.
- Tilman, D. & Pacala, S. 1993. The maintenance of species richness in plant communities. pp. 13-25 in: Ricklefs, R.E. & Schluter, D. (eds), *Species diversity in ecological communities*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Wikars, L-O. 1992. Skogsbränder och insekter. *Entomologiska avdelningen* 113 (4): 1-11.

Wikars, L.-O. 1997. Effects of Forest Fire and the Ecology of Fire-Adapted Insects. p. 7-29.

Wikars, L.-O. 2002. Dependence on fire in wood-living insects; an experiment with burned and unburned spruce and birch logs. J. Insect Conservation &: 1-12.

Wikars, L-O. 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter o boreal skog.
Naturvårdsverket, rapport 5610.?

Wright. H.A. & Bailey, A.W. 1982. Fire Ecology, United States and Southern Canada. John Wiley & Sons, New York.

BILAGA 1

De flesta arter (90,7%) har klassats med hjälp av Koch (1989a, 1989b, 1992). Koch beskriver i sin litteratur hur han har klassat in arter som stenotop, eurotop och ubiquist. Stenotop = specialist och finns i en eller ett fåtal biotoper. Eurotop och ubiquist är generalister. En eurotop generalist kan finnas i många olika livsmiljöer, medan en ubiquist generalist förekommer överallt. Arterna Koch (1989a, 1989b, 1992) har fokuserat på är framförallt Centraleuropeiska insekter, vilka till stor utsträckning även finns i norra Europa. De arter som saknas (<10%) i Koch (1989a, 1989b, 1992) är klassade som specialist och generalist enligt följande böcker och artiklar: Bukejs & Rücker (2012), Fjellberg (1985), Hansen (1987), Höjer (2011), Palm (1951), Palm (1959), Palm (1966), Palm (1970), Rutanen (1985), Spessivtseff (1921), Strand (1946).